

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-223372

(43)Date of publication of application : 21.08.1998

(51)Int.Cl.

H05B 33/22

C09K 11/06

(21)Application number : 09-026951

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 10.02.1997

(72)Inventor : ISHIBASHI TADASHI  
KIJIMA YASUNORI

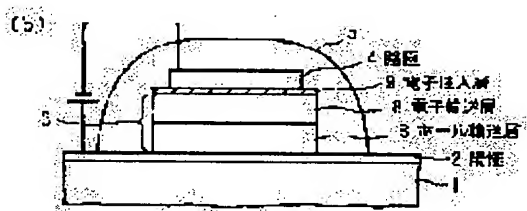
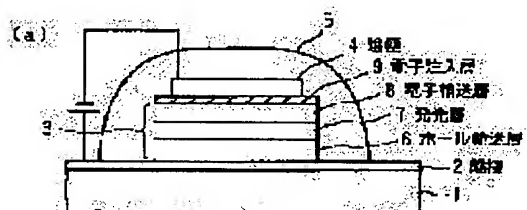
## (54) ORGANIC ELECTROLUMINESCENT ELEMENT AND FLAT PANEL DISPLAY USING IT

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a light emitting element with its superior electron transport performance and durability by providing a structure in which an organic electroluminescent layer containing an electron transport layer is sandwiched between an anode and a cathode and further having an electron injection layer.

**SOLUTION:** A substrate 1 is made of a transparent material such as glass, and an anode 2 is made of a translucent material such as ITO or Au thin film. 3 is an organic electrolytic luminous layer. An organic electrolytic luminous element is provided with an electron injection layer 9 between a cathode 4 and an electron transport layer 8, therefore, contact intimacy is improved at a boundary between the cathode 4 and the electron transport layer 8. The electron injection layer 9 prevents scattering of oxygen or adsorptive water or the like from the cathode 4 during element heating and prevents degradation of the electron transport material.

Since the electron injection layer 9 controls boundary state between the cathode 4 and the electron transport layer 8, the film thickness thereof is sufficient to be 10nm or less. It is preferable that the electron injection layer 9 has at least one kind of porphyrin derivative. Thereby, a flat panel display with its high brightness and durability is provided.





(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-223372

(43)公開日 平成10年(1998) 8月21日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 5 B 33/22

H 0 5 B 33/22

C 0 9 K 11/06

C 0 9 K 11/06

Z

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 8 頁)

(21)出願番号

特願平9-26951

(22)出願日

平成9年(1997) 2月10日

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 石橋 義

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

ー株式会社内

(72)発明者 鬼島 靖典

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

ー株式会社内

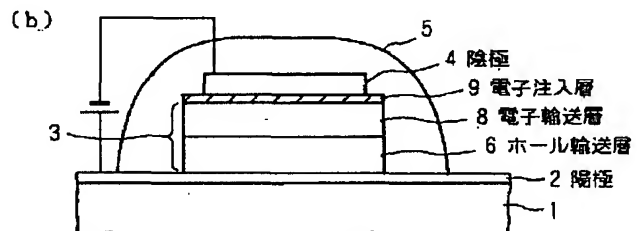
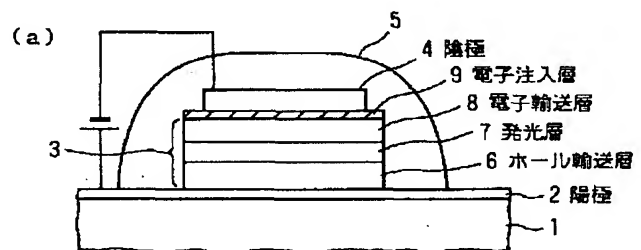
(54)【発明の名称】 有機電界発光素子およびこれを用いたフラットパネルディスプレイ

(57)【要約】

【課題】 有機EL素子等の、有機電界発光素子の電子注入効率を向上し、安定な発光を得る。

【解決手段】 金属等の陰極4と、電子輸送層8との間に、ポルフィリン誘導体からなる電子注入層9を挿入する。

【効果】 ポルフィリン誘導体からなる電子注入層9は、陰極4／電子輸送層8間の密着性、バリア性等を向上し、陰極4からの電子注入効率を向上する。この結果、消費電力、素子寿命のいずれの評価項目においても優れた性能を有する有機電界発光素子およびこれを用いたフラットパネルディスプレイを提供することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 陽極および陰極との間に、電子輸送層を含む有機電界発光層を挟持した構造を有する有機電界発光素子において、前記陰極および前記電子輸送層との間に、さらに電子注入層を有することを特徴とする有機電界発光素子。

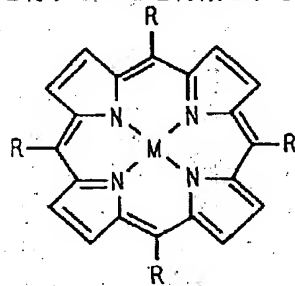
【請求項2】 陽極上に、少なくともホール輸送層と、発光層と、電子輸送層とからなる有機電界発光層と、電子注入層と、陰極とが、この順に順次積層された構造を有することを特徴とする\*

\* 請求項1記載の有機電界発光素子。

【請求項3】 陽極上に、少なくともホール輸送層と、電子輸送層とからなる有機電界発光層と、電子注入層と、陰極とが、この順に順次積層された構造を有することを特徴とする請求項1記載の有機電界発光素子。

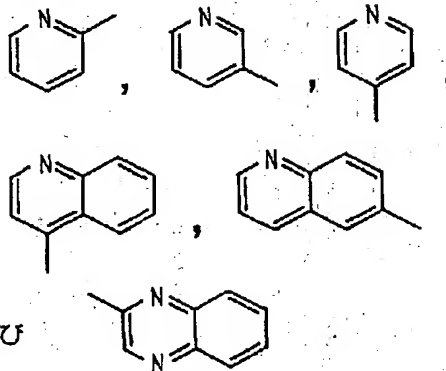
10 【請求項4】 前記電子注入層は、下記一般式(1)で示される少なくとも一種のポルフィリン誘導体を有することを特徴とする請求項1記載の有機電界発光素子。

【化1】



(1)

(ただし(1)式中、Rは



および

から選ばれる含窒素複素環官能基を、Mは金属原子をそれぞれ表す。)

【請求項5】 前記電子注入層の厚さは、10nm以下であることを特徴とする請求項1記載の有機電界発光素子。

【請求項6】 前記有機電界発光層は、さらに蛍光色素を含むことを特徴とする請求項1記載の有機電界発光素子。

【請求項7】 前記有機電界発光素子は、エレクトロルミネセンス素子であることを特徴とする請求項1ないし6いずれか1項記載の有機電界発光素子。

【請求項8】 請求項1ないし6いずれか1項記載の有機電界発光素子を含んで構成されたことを特徴とするフラットパネルディスプレイ。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は電流の注入により発光する発光材料および有機電子輸送材料等をその構成要素として含む有機電界発光素子およびフラットパネルディスプレイに関し、さらに詳しくは、陰極から電子輸送層への電子注入手段に特徴を有する有機電界発光素子およびフラットパネルディスプレイに関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、コンピュータやテレビジョン等の情報通信端末機器の画像表示用ディスプレイとしてはブラウン管が最も普及しており、これは輝度が高く色再現性が良い特長を有する反面、嵩高で重く、消費電力が大きい問題点を有する。このため、軽量薄型で高効率のフラットパネルディスプレイへの要望が大きい。現在最も多用されているフラットパネルディスプレイはアク

ディブマトリクス駆動方式の液晶ディスプレイであるが、視野角が狭い点、自発光でないためバックライトを使用する場合にはこのバックライトの消費電力が大きい点、今後実用化が期待される高精細度かつ高速のビデオ信号に対して十分な応答性を有さない点、そして大画面サイズのディスプレイを製造する場合の均一性やコスト高等の問題点がある。液晶ディスプレイに替わるフラットパネルディスプレイの候補として発光ダイオードの可能性もあるが、大面積の単一基板上への発光ダイオードマトリクスの製造は困難であり、ブラウン管に置き替わる低コストのディスプレイとなるには至っていない。

【0003】これらの諸問題を解決する可能性を有するフラットパネルディスプレイとして、最近有機電界発光素子が注目されている。これは、自発光で応答速度が大きく、視野角依存性がない長所を有する。

【0004】有機発光材料を用いた有機電界発光素子は、透光性の陽極と金属陰極との間に、有機発光材料を含む有機電界発光層を挟み込んだものである。C.W.Tang and S.A.VanSlyke らは、有機電界発光層をホール輸送層と電子輸送層との2層構成とし、陽極および陰極から有機電界発光層に注入されるホールと電子が再結合する際に発光する素子構造を最初に報告した (Appl. Phys. Lett., 51(12), 913-915(Sept.1987))。この素子構造はホール輸送層または電子輸送層のいずれかが発光層を兼ねているものである。発光は、発光材料の基底状態と励起状態とのエネルギーギャップに対応した波長帯で起きる。このように有機電界発光層を2層構造としたことで、駆動電圧の大幅な削減、発光効率の向上が図られ、これ以来、全固体型のフラットパネルディスプレイ等への応用を目指した研究が進められている。高発光効率を得るための発光材料としては、亜鉛錯体やアルミニウム\*

\* 錯体等、種々の金属錯体が現在までに提案されている。

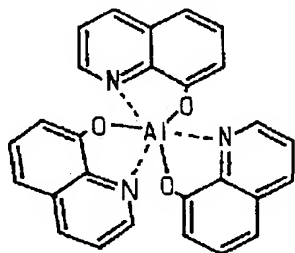
【0005】素子構造についても、その後C.Adachi, T. Tsutsui and S.Saito らによりホール輸送層、発光層および電子輸送層の3層構造とした例が Jap. J. of Appl. Phys. 27-2, L269-L271 (1988)に報告された。さらに、電子輸送層に発光材料を含ませ、発光層を兼ねる電子輸送層とホール輸送層との2層構造が、C.W.Tang, S. A.VanSlyke and C.H.Chen らにより、J. of Appl. Phys. 65-9, 3610-3616 (1989)に報告された。これらの報告により、低電圧で高輝度発光の可能性が検証され、有機電界発光素子の研究開発は近年極めて活発におこなわれている。

【0006】しかしながら、有機EL素子の実用化に向けては、発光輝度あるいは耐久性等、解決すべき問題がいくつか残されている。高い発光輝度と、経時安定性に優れた有機電界発光素子の実現のためには、電子、ホールの輸送能力に加えて、有機/無機界面における障壁が小さく、電子あるいはホールの注入性に優れた、耐久性のある素子構造を開発する必要がある。

【0007】電子輸送層に用いる電子輸送材料の一例として、先のC.W.Tangらが開発した下記式(2)に示すアルミニウムキノリノール錯体 Tris-(8-hydroxyquinoline)-aluminium (以下、Alq3と略記する)が多く用いられている。しかしながら、スパッタリング等による陰極成膜時に入射金属粒子がAlq3を含む電子輸送層に与える損傷や、陰極金属と電子輸送層との非接触部分の発生等の構造欠陥の存在により、ダークスポットと呼ばれる非発光点の発生や、素子劣化の促進等が発生する場合があった。

【0008】

【化2】



(2)

【0009】Alq3はその発光波長が529nmにピークを有する緑色発光材料であり、その発光効率や発光寿命の点で、現時点までにいまだにこの材料を超える発光材料が得られていない。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、Alq3を単独で電子輸送材料として用いた場合には、上述した問題が発生する虞れがある。したがって、電子輸送材料そのものの性能向上の他に、陰極から電子輸送層への電子注入段階における電子注入の高効率化や、陰極成膜時のダメージの回避も併せて考慮し、総合的な電子輸送

能力を高める必要がある。本発明はかかる技術背景に鑑み提案するものであり、陰極と電子輸送層間における電子輸送性能と耐久性に優れた有機電界発光素子を提供し、有機電界発光素子のさらなる性能向上を図ること、およびこの有機電界発光素子を用いたフラットパネルディスプレイを提供することをその課題とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明は上述した課題を達成するために提案するものである。すなわち本発明の有機電界発光素子は、陽極および陰極との間に、電子輸送層を含む有機電界発光層を挟持した構造を有する有機

電界発光素子において、この陰極および電子輸送層との間に、さらに電子注入層を有することを特徴とする。

【0012】本発明の有機電界発光素子の好ましい構成としては、陽極上に、少なくともホール輸送層と、発光層と、電子輸送層とからなる有機電界発光層と、電子注入層と、陰極とが、この順に順次積層された構造を有することを特徴とする。

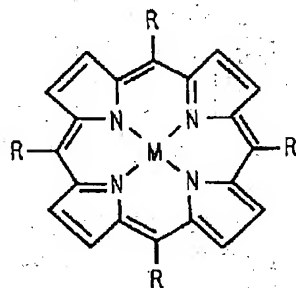
【0013】本発明の有機電界発光素子の他の好ましい構成としては、陽極上に、少なくともホール輸送層と、電子輸送層とからなる有機電界発光層と、電子注入層と、陰極とが、この順に順次積層された構造を有するこ\*

\*とを特徴とする。

【0014】本発明の必須構成要件である電子注入層は、下記一般式(1)で示される少なくとも一種のポルフィリン誘導体を有することが望ましい。(1)式中、好ましい金属原子としては、Co、Cu、Pb、Cd、Zn、MnおよびCa等が例示される。このポルフィリン誘導体の特徴は、含窒素複素環の官能基をポルフィリン環の5、10、15および20位に有していることである。

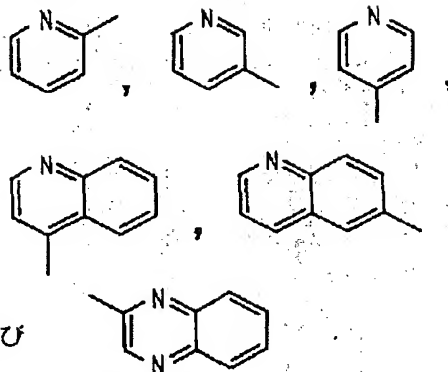
【0015】

【化3】



(1)

(ただし(1)式中、Rは



および

から選ばれる含窒素複素環官能基を、  
Mは金属原子をそれぞれ表す。)

【0016】電子注入層の厚さは、10nm以下であることが望ましい。厚さの下限は、均一な連続膜として形成されれば特に限定されないが、成膜装置における膜厚制御の観点からは1分子層厚以上、実用的には0.5nm以上が望ましい。

【0017】本発明の有機電界発光素子は、陰極と電子輸送層との間に新たに極く薄い電子注入層を設けたので、アルミニウム等の金属材料からなる陰極と、電子輸送層との界面における密着性が向上し、電子注入効率が向上する。またこの電子注入層は、素子発熱時においてアルミニウム等の金属材料からなる陰極からの酸素や吸着水等の電子輸送層への拡散を防止するバリア層としても機能し、電子輸送材料の劣化を防止する。さらに、ア

ルミニウム等の金属のエネルギー準位と、有機物である電子輸送材料のエネルギー準位との中間のエネルギー準位を有するポルフィリン誘導体層を挿入することにより、この面からも電子注入効率の向上に寄与するものと考えられる。また陰極をスパッタリング等により成膜する際に、電子輸送層に与えるダメージを防止することもできる。このように、電子注入層は陰極と電子輸送層間の界面状態を制御するものであるから、その膜厚は10nm以下の薄膜で十分である。これらの総合的な作用により、電子輸送効率が向上するので、高輝度かつ耐久性に優れた有機電界発光素子やフラットパネルディスプレイを作製することができる。またこのポルフィリン誘導体は昇華性であり、分子線蒸着法等の手段により、膜厚の制御さ

れた緻密な膜を容易に成膜することが可能である。

#### 【0018】

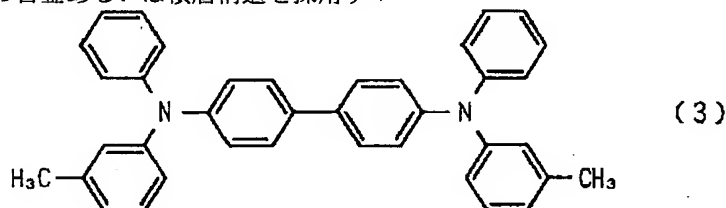
【発明の実施の形態】以下、本発明を図面を参照しつつさらに詳しく説明する。はじめに、本発明の有機電界発光素子をEL素子に適用した素子構成の概念につき、図1(a)～(b)に示す概略断面図を参照して説明する。これらのうち、図1(a)は透過型の有機電界発光素子、図1(b)は反射型の有機電界発光素子の素子構成を示す。いずれの素子構成においても、符号1はガラス、プラスチック等の透明材料やその他適宜の材料からなる基板である。有機電界発光素子を他の表示素子や駆動回路等と組み合わせて使用する場合には、基板1を共用することができる。符号2は陽極であり、ITO(Indium Tin Oxide)や $\text{SnO}_2$ の他に、Sb含有 $\text{SnO}_2$ 、Al含有 $\text{ZnO}$ あるいはAu薄膜等の透明導電材料からなる。またポリチオフェン、ポリピロール等の導電性高分子薄膜を用いてもよい。陽極の電気抵抗値は、素子の消費電力や発熱を低減するために、低抵抗であることが望ましい。陽極の成膜方法は特に限定されず、電子ビーム等による真空蒸着法、スパッタリング法、CVD法等その他を適宜採用できる。

【0019】符号3は有機電界発光層であり、この層構成については後述する。

【0020】符号9は本発明の有機電界発光素子の特徴部分であり、有機電界発光層3と陰極4の間に挿入される電子注入層である。電子注入層9は先述した一般式

(1)で示されるポルフィリン誘導体の一種あるいは混合物から構成され、その成膜方法は抵抗加熱等による真空蒸着法、イオンプレーティング法、分子線蒸着法、分子線エピタキシ法等の真空技術を用いた成膜法の他に、化学修飾法、スピンコート法あるいはLB(Langmuir-Blodgett)法等の湿式成膜法を用いることができる。電子注入層9は10nm以下の極薄膜であるので、膜厚制御性のよい成膜方法を採用することが望ましい。

【0021】符号4は陰極であり、電極材料としては例えばLi、Mg、Ca等の低仕事関数の活性な金属と、Ag、Al、In等との合金あるいは積層構造を採用す\*



【0025】発光層に用いる発光材料としては、先述した式(2)で示されるAlq3の他に、アントラセン、ピレン、ビススチリルアントラセン誘導体、テトラフェニルブタジエン誘導体、クマリン誘導体、オキサジアゾール誘導体、ジスチリルベンゼン誘導体、ピロロピリジン誘導体、ペリノン誘導体、シクロペンタジエン誘導

\*ることができる。成膜法は特に限定されず、抵抗加熱等の真空蒸着法、イオンプレーティング法あるいはスパッタリング法等を採用できる。図1(a)に示す透過型の有機電界発光素子の場合には、この陰極4の厚さを調節することにより、用途に合った光透過率を得ることができる。また陰極4の導電性を補完するために、さらITOや $\text{SnO}_2$ 等の透明導電膜を積層して用いてもよい。符号5は保護層であり、気密性や光学特性等を満たす材料であればプラスチック等の有機材料や $\text{SiO}_2$ 等の無機材料を問わずいずれも採用できる。

【0022】有機電界発光層3の更に詳しい層構成を図2(a)～(b)に示す。有機電界発光層3の基本構成は、有機電界発光を得ることができる層構成であれば、従来から提案されているいずれの構造をも採用できる。すなわち、図2(a)に示すように、陽極2側から、ホール輸送層6/発光層7/電子輸送層8の順に積層した3層構造の他に、ホール輸送層6および電子輸送層8のいずれかが発光性を有する場合には、発光層7をこれらの層で兼用し、図2(b)に示すように、陽極2側から、ホール輸送層6/電子輸送層8の2層構造とすることも可能である。

【0023】ホール輸送層6はホール輸送材料単独で、あるいはホール輸送材料を有機高分子等のマトリクス中に均質に分散して形成される。ホール輸送材料としては、式(3)に示すTPD( $\text{N,N}'$ -diphenyl- $\text{N,N}'$ -bis(3-methylphenyl)-1,1'-biphenyl-4,4'-diamine)や、そのビフェニル骨格を縮合環に置換した化合物、N-イソプロピルカルバゾール等の3級アミン類、ピラゾリン誘導体、スチルベン系化合物、ヒドラゾン系化合物、オキサジアゾール誘導体やフタロシアニン誘導体で代表される複素環化合物、ポリマ系ではこれら単量体を側鎖に有するポリカーボネート誘導体やポリスチレン誘導体、ポリビニルカルバゾールあるいはポリシラン等が好ましく使用できるが、特に限定はされない。

#### 【0024】

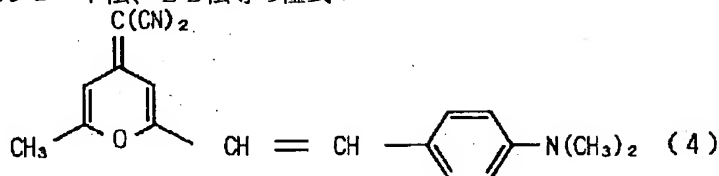
##### 【化4】

体、オキサジアゾール誘導体、チアジアゾロピリジン誘導体、そしてポリマ系ではポリフェニレンビニレン誘導体、ポリパラフェニレン誘導体、ポリチオフェン誘導体等を使用できるが、これらに限定されるものではない。また発光層に添加するドーパントとして、ルブレン、キナクリドン誘導体、DCM、ペリノン、ペリレン、クマ

リン等を使用してもよい。

【0026】電子輸送層に用いる電子輸送材料としては、電子注入効率および電子輸送効率が高い物質であればよく、そのためには電子親和力および電子移動度が大きく、安定性が高く、さらに製造時および発光時に不純物を発生しない材料であることが望ましい。かかる材料としては、先述した式(2)で示されるA1q3が例示されるが、他の材料でもよい。

【0027】かかる各種有機発光材料は、各材料そのものを順次積層することにより形成されるが、高分子ポリマ中に分散して積層し、陽極および陰極間に挟持してもよい。高分子ポリマとしては、ポリ塩化ビニル、ポリカーボネート、ポリスチレン等が例示されるがこれらに限定されることはない。発光に寄与するこれら各層の形成方法は、抵抗加熱や電子ビーム等による蒸着法、イオンプレーティング法、分子線蒸着法、分子線エピタキシ法、スパッタリング法等の乾式成膜法が好ましいが、この他にも化学修飾法、スピコート法、LB法等の湿式\*



【0030】図2(a)に示したEL素子においては、陽極2と陰極4の間に直流電圧を印加することにより、陽極2から注入されたホールがホール輸送層6を経て、また陰極4から電子注入層11を介して注入された電子が電子輸送層8を経て、それぞれ発光層7に到達する。この結果、発光層7においては電子/ホールの再結合が生じて一重項励起子が生成し、この一重項励起子から所定波長の発光を発生する。図2(b)に示す発光層を省略した層構成の場合には、ホール輸送層6と電子輸送層8の界面から所定波長の発光を発生する。これらの発光は基板1側から観測される。また先に図1(a)に示した透過型のEL素子の場合には、発光は保護層5側からも観測される。

【0031】有機電界発光素子に印加する電流は通常直流であるが、パルス電流や交流を用いてもよい。電流値、電圧値は素子破壊しない範囲内であれば特に制限はないが、有機電界発光素子の消費電力や寿命を考慮すると、可及的に小さい電気エネルギーで効率良く発光させることが望ましい。

【0032】本発明の発光素子を実際の有機EL素子に適用した具体例を、図3の概略斜視図に示す。図3のEL素子は、ホール輸送層6と、発光層7および電子輸送層8のいずれか少なくとも一方からなる積層体を、陰極4と陽極2の間に配設したものである。陰極4と陽極2は、ともにストライプ状にパターンニングするとともに互いにマトリクス状に直交させ、シフトレジスタ内蔵の制

\*成膜法を用いることも可能である。

【0028】ホールあるいは電子の電荷輸送性能を向上するためには、ホール輸送層6と電子輸送層8のいずれか一方あるいは両方が、複数種の材料を積層した構造、あるいは複数種の材料を混合した構造であってもよい。また発光性能を向上するために、ホール輸送層6、発光層7および電子輸送層8のいずれか一つの層あるいは複数の層に、蛍光材料を含有させてもよい。かかる蛍光材料としては特に限定されないが、例えばキナクリドンや下記構造式(4)で示されるDCM(4-ジシアノメチレン-6-(p-ジメチルアミノスチリル)-2-メチル4H-ピラン)等が例示される。これらの場合には、発光効率をさらに改善するために、ホールまたは電子の輸送を制御するための薄膜をその層構成に含ませることも可能である。

【0029】

【化5】

御回路10および11により時系列的に信号電圧を印加し、その交叉位置で発光するように構成されたものである。かかる構成のEL素子は、文字・記号等のディスプレイとしては勿論、画像再生装置としても使用できる。また陰極4と陽極2のストライプ状パターンを赤(R)、緑(G)、青(B)の各色に対応して配置し、マルチカラーあるいはフルカラーの全固体型フラットパネルディスプレイを構成することが可能となる。図示のEL素子は、8×3RGB構成の単純マトリクスディスプレイの構成例である。

【0033】以下、本発明の有機電界発光素子につき、適宜比較例を加えながら詳細に説明を加える。

【0034】実施例1

本実施例は、一般式(1)のポルフィリン誘導体のうち、5,10,15,20-テトラ(4-ピリジル)-21H,23H-ポルフィリンニッケル(以下、NiTPyPと略記する)を電子注入層材料として採用し、有機電界発光素子を作製した例である。

【0035】真空蒸着装置中に、100nmの厚さのITOからなる陽極が一表面に形成された30mm×30mmのガラスの基板をセッティングした。蒸着マスクとして、複数の2.0mm×2.0mmの単位開口を有する金属マスクを基板に近接して配置し、真空蒸着法により $10^{-4}$ Pa以下の高真空中で、先述した式(3)で示されるTPDを例えば50nmの厚さに蒸着し、ホール輸送層を形成した。成膜レートは、水晶振動子による膜



厚モニタにより $2\text{ nm/sec}$ に制御した。つぎに発光層と電子輸送層を兼ねる材料として、先述した式(2)に示されるAlq3をホール輸送層に接して蒸着した。Alq3の層厚も例えば $50\text{ nm}$ とし、蒸着レートも $2\text{ nm/sec}$ とした。

【0036】さらに発光層と電子輸送層を兼ねるAlq3層が形成された基板を分子線蒸着装置に搬送し、分子線ソースの上方 $25\text{ cm}$ の位置にセッティングした。蒸着マスクとして、同じく複数の $2.0\text{ mm}\times 2.0\text{ mm}$ の単位開口を有する金属マスクを基板に近接して配置し、分子線蒸着法により $10^{-7}\text{ Pa}$ 以下の超真空中でNiTPyPを例えば $1\text{ nm}$ の厚さに成膜し、電子注入層を形成した。成膜レートは水晶振動子による膜厚モニタにより $0.1\text{ nm/sec}$ 以下に制御した。電子注入層の形成に分子線蒸着法を採用したのは、通常の抵抗加熱蒸着法等に比較して極薄膜形成における膜厚制御が容易であるためである。陰極材料としてはMgとAgの積層膜を採用し、これは蒸着により、蒸着レートを $4\text{ nm/sec}$ として例えば $50\text{ nm}$ (Mg)および $150\text{ nm}$ (Ag)の厚さに形成し、実施例1による有機電界発光素子の基本形を作製した。

#### 【0037】発光特性の評価

このように作製した実施例1の有機電界発光素子に、窒素雰囲気下で順バイアス直流電圧を加えて発光特性を評価した。発光色は緑色であり、分光測定をおこなった結果、図4に示す $540\text{ nm}$ に発光ピークを有するスペクトルを得た。分光測定は、大塚電子製のフォトダイオードアレイを検出器とした分光器を用いた。図4のスペクトルはAlq3の発光スペクトルと一致し、EL素子の発光はAlq3によるものであることが確認された。印加電圧を漸増し、輝度計により輝度の測定をおこなったところ、印加電圧 $9\text{ V}$ で $1000\text{ cd/m}^2$ の輝度が得られた。この有機電界発光素子を作製後、室内に1月間放置したが、素子劣化は観測されなかった。また印加電圧 $10\text{ V}$ を連続的に通電して連続発光して強制劣化させた際、発光が完全に消失する迄の素子寿命は30日間であった。

#### 【0038】実施例2

本実施例は、前実施例1で電子注入層材料として採用したNiTPyPに替えて、5, 10, 15, 20-テトラ(4-ピリジル)-21H, 23H-ポルフィリン亜鉛(以下、ZnTPyPと略記する)を電子注入層材料として採用した他は、各有機電界発光層の層構成、成膜法とも前実施例1に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0039】本実施例2の有機電界発光素子も実施例1と同様の緑色の発光を呈した。分光測定の結果、スペクトルは実施例1の有機電界発光素子のスペクトルと一致し、Alq3の発光によるものであることが確認された。印加電圧を漸増し、輝度計により輝度の測定をおこ

なったところ、印加電圧 $10\text{ V}$ で $1500\text{ cd/m}^2$ の輝度が得られた。この有機電界発光素子を作製後、室内に1月間放置したが、素子劣化は観測されなかった。

#### 【0040】実施例3

本実施例は、前実施例1で電子注入層材料として採用したNiTPyPに替えて、5, 10, 15, 20-テトラ(4-ピリジル)-21H, 23H-ポルフィリンチタニウム(以下、TiTPyPと略記する)を電子注入層材料として採用した他は、各有機電界発光層の層構成、成膜法とも前実施例1に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0041】本実施例3の有機電界発光素子も実施例1と同様の緑色の発光を呈した。分光測定の結果、スペクトルは実施例1の有機電界発光素子のスペクトルと一致し、Alq3の発光によるものであることが確認された。印加電圧を漸増し、輝度計により輝度の測定をおこなったところ、印加電圧 $10\text{ V}$ で $1200\text{ cd/m}^2$ の輝度が得られた。この有機電界発光素子を作製後、室内に1月間放置したが、素子劣化は観測されなかった。

#### 【0042】比較例

比較のため、陰極と電子輸送層との間にポルフィリン誘導体による電子注入層を形成しなかった他は、各有機電界発光層の層構成、成膜法とも前実施例1に準拠して有機電界発光素子を作製した。

【0043】比較例の有機電界発光素子も実施例1と同様の緑色の発光を呈した。分光測定の結果、スペクトルは実施例1の有機電界発光素子のスペクトルと一致し、Alq3の発光によるものであることが確認された。しかしながら、実施例1の有機電界発光素子と同一の輝度を得るための消費電力は、約32%増加し、素子寿命も実施例1の有機電界発光素子の30日間から10日間に減少した。

【0044】以上本発明の有機電界発光素子について詳細な説明を加えたが、本発明はこれら実施例によりなんら限定されるものではない。例えば、電子注入層の材料として採用するポルフィリン誘導体として実施例にあげたNiTPyP、ZnTPyPおよびTiTPyPの他にも各種金属化合物やそのハロゲン塩を採用してよい。またホール輸送層のホール輸送材料や電子輸送層の電子輸送材料として、実施例の化合物の他に、従来公知の他のホール輸送材料や電子輸送材料を用いてもよい。また有機電界発光層の各層構成や電極構造も、従来既知の構造はいずれも採用できる。

#### 【0045】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明によれば、有機電界発光素子における電子注入性能が向上し、安定な有機電界発光素子およびこれを用いたフラットパネルディスプレイを提供することが可能となる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の有機電界発光素子を、EL素子に適用

10

20

30

40

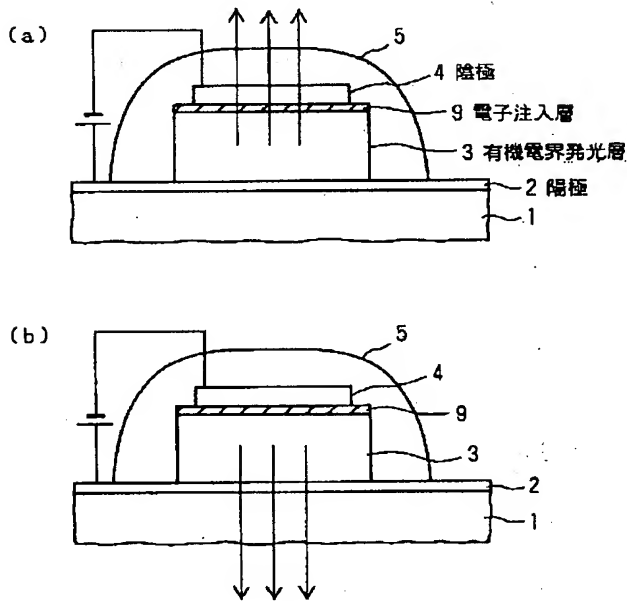
50

した素子構成を示す概略断面図である。

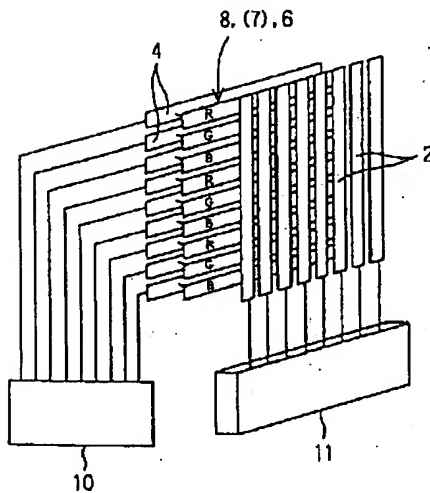
【図2】本発明の有機電界発光素子を、EL素子に適用した素子構成を示す概略断面図であり、有機電界発光層の層構成を示す。

【図3】有機電界発光素子を、実際のEL素子に適用した素子構成を示す概略斜視図である。

【図1】



【図3】

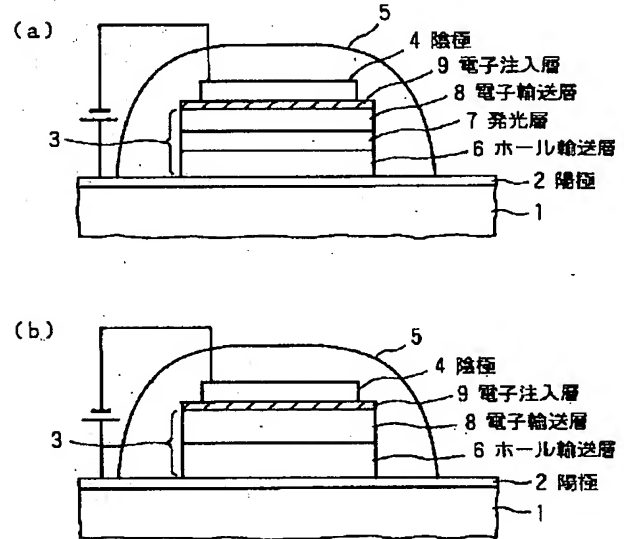


\* 【図4】実施例1の有機電界発光素子の発光スペクトルである。

【符号の説明】

1…基板、2…陽極、3…有機電界発光層、4…陰極、5…保護層、6…ホール輸送層、7…発光層、8…電子輸送層、9…電子注入層、10、11…制御回路

【図2】



【図4】

